

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**“EFICACIA DEL CHITOSAN EN LA REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE
CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES EN DIENTES BOVINOS”**

***TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
“ESPECIALISTA EN ENDODONCIA”***

AUTOR: Odont. Déborath Estefanía Narváez Miranda

C.I. 0605186741

DIRECTOR: Odont. Ximena Espinosa

C.I. 1104021546

CUENCA-ECUADOR

2017



RESUMEN

Objetivo: Comparar la eficacia del Chitosan al 0,2% y el EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado en diferentes vehículos. **Materiales y métodos:** 132 incisivos bovinos fueron preparados, los dientes se dividieron longitudinalmente y en la porción apical se realizó un surco que se llenó con hidróxido de calcio en vehículo oleoso o viscoso de acuerdo a la aleatorización correspondiente, posteriormente se reensamblaron y se incubaron a 37°C y 100% de humedad relativa por 7 días, luego los especímenes de cada grupo se subdividieron en dos para su irrigación con: Chitosan al 0.2% y EDTA al 17%. La evaluación de la eficacia de remoción se realizó con dos observadores utilizando un sistema de puntuación descrita por van der Sluis. La tabulación y el análisis de datos se realizó en "SPSS vs.21" y la prueba estadística "Chi Cuadrado". **Resultados:** Existe diferencia significativa entre los dos quelantes cuando se utilizaron para remover el hidróxido de calcio asociado con propilenglicol (Calen), siendo el Chitosan al 0,2% más efectivo ($p < 0,0001$). Pero no hubo diferencia significativa para la remoción de hidróxido de calcio preparado con aceite de silicona (Metapex) ($p = 0,462$). **Conclusiones:** Ningún quelante fue suficiente para eliminar por completo el hidróxido de calcio. Sin embargo, el Chitosan al 0,2% se comporta mejor para la remoción del hidróxido de calcio asociado con propilenglicol. Y el hidróxido de calcio mezclado con aceite de silicona resulta en la medicación más difícil e inestable de remover.

Palabras claves: Hidróxido de calcio, EDTA, Chitosan.



ABSTRACT

Objective: To compare the efficiency of Chitosan at 0.2% and EDTA at 17% in the removal of calcium hydroxide prepared in different vehicles. *Materials and methods:* 132 bovine incisors were prepared, the teeth were divided longitudinally and in the apical portion a groove was made that was filled with calcium hydroxide in oily or viscous vehicle according to the corresponding randomization, later they were reassembled and incubated to 37 ° C and 100% relative humidity for 7 days, then the specimens from each group were subdivided into two for irrigation with: 0.2% Chitosan and 17% EDTA. The evaluation of removal efficiency was performed with two observers using a scoring system described by van der Sluis. The tabulation and data analysis was performed in "SPSS vs.21" and the statistical test "Chi Square". *Results:* There was a significant difference between the two chelators when they were used to remove calcium hydroxide associated with propylene glycol (Calen), with Chitosan being 0.2% more effective ($p < 0.0001$). But there was no significant difference for the removal of calcium hydroxide prepared with silicone oil (Metapex) ($p = 0.462$). *Conclusions:* No chelator was sufficient to completely eliminate calcium hydroxide. However, 0.2% Chitosan performs best for the removal of the calcium hydroxide associated with propylene glycol. And calcium hydroxide mixed with silicone oil results in the most difficult and unstable medication to remove.

Key words: Calcium hydroxide, EDTA, Chitosan.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	5
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	6
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	7
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	11
3. MARCO TEÓRICO	13
3.1 MEDICACIÓN INTRACONDUCTO	13
3.2 HIDRÓXIDO DE CALCIO	13
3.2.1 Mecanismo de acción	14
3.2.2 Vehículos	15
3.2.3 Remoción del hidróxido de calcio	17
3.2.4 Métodos químicos para la remoción	17
4. OBJETIVOS	20
4.2 Objetivo general	20
4.3 Objetivos específicos	20
5. HIPÓTESIS	21
6. MATERIALES Y MÉTODOS	22
6.2 Tipo de estudio	22
6.3 Universo y muestra	22
6.4 Variables	23
6.5 Procedimiento	23
6.6 Técnica de observación	27
6.7 Análisis de datos	28
7. RESULTADOS	30
8. DISCUSIÓN	34



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
10. LIMITACIONES.....	37
11. BIBLIOGRAFÍA	38
12. ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Distribución de la muestra	30
Tabla 2. Número y porcentaje de remoción de hidróxido de calcio de los grupos experimentales	30
Tabla 3. Número y porcentaje de eficacia de remoción de hidróxido de calcio de los grupos experimentales	31
Tabla 4. Remoción de hidróxido de calcio (Calen) con Chitosan y EDTA	31
Tabla 5. Eficacia de remoción de hidróxido de calcio (Calen) con Chitosan y EDTA	32
Tabla 6. Remoción de hidróxido de calcio (Metapex) con Chitosan y EDTA	32
Tabla 7. Eficacia de remoción de hidróxido de calcio (Metapex) con Chitosan y EDTA	33
Tabla 8. Operacionalización.....	44
Figura 1. Recolección y almacenamiento de los especímenes	45
Figura 2. Decoronación y división de los especímenes	45
Figura 3. Especímenes divididos longitudinalmente y numerados.....	46
Figura 4. Colocación de la medicación y reensamblaje de los especímenes ...	46
Figura 5. Preparación del Chitosan al 0,2%.....	47
Figura 6. Irrigación.....	47
Figura 7. 40 X de magnificación. Puntuación 0 = surco vacío	48
Figura 8. 40 X de magnificación. Puntuación 1 = menos de la mitad del surco lleno con hidróxido de calcio	48
Figura 9. 40 X de magnificación. Puntuación 2 = más de la mitad del surco lleno con hidróxido de calcio	48
Figura 10. 40 X de magnificación. Puntuación 3 = surco lleno de hidróxido de calcio	49



CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL



Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Déborath Estefanía Narváez Miranda en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "EFICACIA DEL CHITOSAN EN LA REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES EN DIENTES BOVINOS", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de septiembre de 2017

Déborath Estefanía Narváez Miranda

C.I: 0605186741



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Cláusula de Propiedad Intelectual

Déborath Estefanía Narváez Miranda, autor/a del trabajo de titulación "EFICACIA DEL CHITOSAN EN LA REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO DE CONDUCTOS RADICULARES EN DIENTES BOVINOS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 21 de septiembre de 2017

Déborath Estefanía Narváez Miranda

C.I: 0605186741



DEDICATORIA

A todas aquellas personas que de una u otra manera motivaron, orientaron y contribuyeron en el desarrollo de esta tesis, de manera especial a mis padres, hermanos y profesores.



AGRADECIMIENTO

A Dios mi padre celestial, por el don de la vida y la sabiduría para orientar mi destino.

A mis padres: Rómulo y Mirella por apoyarme en todo momento y brindarme su amor y confianza, además de haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, a mis hermanos: Ismael, David y Cristian por su cariño, amistad y motivación, a mi novio Michael por todo el amor y apoyo incondicional.

Mi gratitud también a la “Universidad de Cuenca” y mis maestros quienes me brindaron sus conocimientos y me formaron como especialista. Le agradezco de forma especial a la Odont. Ximena Espinosa por confiar en mí y guiarme en la elaboración de este trabajo.

Y finalmente mi agradecimiento a mis compañeras y amigas de estudio, por el apoyo y haber hecho de esta etapa un trayecto de vivencias que jamás olvidaré.



1. INTRODUCCIÓN

La instrumentación mecánica junto con la irrigación con hipoclorito de sodio reducen drásticamente la carga bacteriana en el conducto radicular, sin embargo dado que no todas las bacterias son eliminadas, se opta por el uso de un medicamento antimicrobiano en el interior del conducto para reducir dicha carga bacteriana (1).

El hidróxido de calcio ha sido utilizado ampliamente en la terapia endodóntica como medicación intraconducto por su acción antimicrobiana, inhibición de la actividad osteoclástica y reparación de tejidos (2) (3).

El éxito clínico con este material se atribuye principalmente a su pH alcalino y su capacidad para disociarse rápidamente en iones hidroxilo e iones de calcio que a su vez dependen del vehículo utilizado para su mezcla. Es importante sin embargo que antes de obturar los conductos radiculares se lleve a cabo la remoción completa del hidróxido de calcio por la influencia negativa que pueden traer los residuos en el sellado final (4) (5), al respecto Lambrianidis y cols., encontraron que una considerable cantidad de hidróxido de calcio se mantuvo unido a las paredes del conducto radicular después de la instrumentación y la irrigación con varias soluciones (6). Calt y Serper también determinaron que cuando el hidróxido de calcio no se remueve completamente del conducto radicular, el sellador no penetró en los túbulos dentinarios (5) comprometiendo el éxito del tratamiento endodóntico, es así que varios métodos y agentes irrigantes se han utilizado para cumplir con la remoción del mismo del sistema de conductos radiculares.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es comparar la eficacia del Chitosan al 0,2% y el EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado en diferentes vehículos, en surcos simulados de dientes bovinos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Para el éxito del tratamiento endodóntico, es esencial que haya una reducción significativa de microorganismos en el sistema de conductos radiculares, por tanto, la preparación química y mecánica del mismo constituyen los pasos más importantes que conducirán al éxito o fracaso del tratamiento. Sin embargo, aun después de realizada dicha preparación, las bacterias pueden persistir dentro de los conductos radiculares, por lo que se hace necesaria la medicación intraconducto entre sesiones (7), siendo el medicamento más utilizado el hidróxido de calcio por sus propiedades antibacterianas y de biocompatibilidad (1) (2). La eficacia antibacteriana del hidróxido de calcio se atribuye a su pH alcalino y a la disociación en iones calcio e hidroxilo que a su vez depende del vehículo utilizado para su preparación (6). Un paso importante antes de la obturación final es la remoción completa del hidróxido de calcio aplicado en el conducto radicular como apósito para el correcto sellado de los conductos radiculares, ya que su retención en las paredes de la dentina cambia las características de los cementos selladores a base de óxido de zinc y eugenol (7), resina (8) y silicona (9). Sin embargo, al respecto algunos estudios han encontrado que su remoción es difícil y por ello no se elimina por completo (10).

Los protocolos de irrigación sugeridos para la remoción del hidróxido de calcio previo a la obturación preconizan el uso de diferentes sustancias quelantes como el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) el cual ha sido ampliamente utilizado y, el Chitosan que es recomendado en la actualidad por poseer propiedades como biocompatibilidad, biodegradabilidad, y atoxicidad (11) características que podrían superar al EDTA. En un estudio al comparar la eficacia de remoción con estos dos quelantes se determinó que tanto el EDTA al 17% y el Chitosan al 0,2% remueven el hidróxido de calcio preparado en vehículo acuoso, y que el Chitosan al 0,2% se comportó mejor que el EDTA al 17% en la remoción del hidróxido de calcio preparado en vehículo oleoso (12). Sin embargo, todavía no se ha establecido el efecto del Chitosan para remover el hidróxido de calcio en vehículo viscoso, el cual tiene una liberación más lenta de los iones hidroxilo y se utiliza en situaciones clínicas que



requieren medicación intraconducto por más tiempo como en la apexificación (7), de ahí la importancia de conocer que tan eficiente es en dichos casos. Por ello con el presente estudio se pretende comparar la eficacia del Chitosan al 0,2% versus el EDTA al 17% en la remoción del hidróxido de calcio preparado en vehículo oleoso y viscoso.

Este estudio beneficiará a estudiantes de odontología, odontólogos generales y especialistas al momento de elegir el mejor irrigante para la remoción de hidróxido de calcio y así mejorar la calidad de sus tratamientos.



3. MARCO TEÓRICO

3.1 MEDICACIÓN INTRACONDUCTO

En la terapia endodóntica la acción mecánica de los instrumentos, en conjunto con el flujo y los efectos antibacterianos de las soluciones irrigantes promueven la eliminación bacteriana especialmente en el conducto principal. Sin embargo, los estudios han revelado que la instrumentación y la irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) no es suficiente para obtener conductos libres de bacterias (13).

Las bacterias dentro de los túbulos dentinarios son un importante reservorio durante y después del tratamiento endodóntico. Ocasionalmente, estas bacterias restantes pueden causar una infección persistente que pone en peligro el resultado de la terapia endodóntica (13). Por lo tanto, las estrategias de tratamiento que se dirigen hacia la eliminación de la infección tubular deben incluir medicamentos que penetren en los túbulos dentinarios y eliminen las bacterias (13).

Por ello el uso de la medicación intraconducto ha sido recomendada principalmente para eliminar bacterias no afectadas por la preparación químico mecánica (14) y para actuar como barrera físico química impidiendo la proliferación de microorganismos residuales previniendo la reinfección del conducto radicular por bacterias de la cavidad oral, cuando el tratamiento se realiza en varias citas (13).

3.2 HIDRÓXIDO DE CALCIO

Es el medicamento intraconducto más comúnmente utilizado en endodoncia y varios estudios clínicos han informado sobre su actividad antibacteriana (1) (2) (3), que se atribuye principalmente a su pH alcalino y a su capacidad para disociarse rápidamente en iones hidroxilo e iones calcio (15); además, desde



su introducción en 1920 por Hermann, varias propiedades biológicas se le han atribuido, tales como: agente antimicrobiano (16), disolvente de tejidos (17), inhibidor de reabsorción (18), e inductor de reparación por formación de tejido duro (13) relacionado con la liberación de iones calcio por la activación del adenosin trifosfato dependiente del calcio (19).

3.2.1 Mecanismo de acción

La mayoría de los patógenos endodónticos son incapaces de sobrevivir al ambiente alcalino proporcionado por el hidróxido de calcio, cuyo pH es de aproximadamente 12,5 (1).

La actividad antimicrobiana está relacionada con la liberación de los iones hidroxilo en un medio acuoso (20), estos iones son radicales libres altamente oxidantes que muestran una reactividad extrema, reaccionando con varias biomoléculas, Sus efectos letales sobre las células bacterianas se atribuyen entonces probablemente a los siguientes mecanismos (13):

- **Daño a la membrana citoplasmática**

El alto pH del hidróxido de calcio altera la integridad de la membrana citoplasmática por medio de lesiones químicas a los componentes orgánicos o mediante la destrucción de fosfolípidos o ácidos grasos insaturados de la membrana citoplasmática durante el proceso de peroxidación (21).

- **Desnaturalización de proteínas**

Las enzimas tienen una actividad y estabilidad óptima en un estrecho rango de pH, que gira alrededor de la neutralidad. La alcalinización proporcionada por el



hidróxido de calcio induce la ruptura de los enlaces iónicos que mantienen la estructura terciaria de las proteínas (13) provocando que muchas funciones celulares pueden ser afectadas por el pH, incluyendo las enzimas que son esenciales para el metabolismo celular. La inactivación enzimática bacteriana en condiciones extremas de pH durante un largo período de tiempo se ha comprobado que es irreversible (21).

- **Daño al ADN**

Los iones hidroxilo reaccionan con el ADN bacteriano e inducen la división de los filamentos, por consiguiente, los genes se pierden, la replicación del ADN se inhibe y la actividad celular se desorganiza. Los radicales libres también pueden inducir mutaciones letales. La evidencia científica sugiere que los tres mecanismos pueden ocurrir. Por lo tanto, es difícil establecer, en un sentido cronológico, cual es el principal mecanismo implicado en la muerte de las células bacterianas después de la exposición a una base fuerte (13).

3.2.2 Vehículos

Para que el hidróxido de calcio actúe eficazmente como un apósito intraconducto, los iones hidroxilo y calcio deben disociarse y ser capaces de difundirse a través del remanente de tejido dentinario (13), al tratarse de un polvo seco, cuando se usa solo, resulta difícil de manejar por lo que se asocia con diferentes sustancias y vehículos para mejorar su aplicación en el conducto (7). Es así que el vehículo juega un papel muy importante en la acción biológica del hidróxido de calcio (22).

Una gran variedad de sustancias se ha utilizado como vehículos para el hidróxido de calcio, los cuales no deben cambiar sus propiedades o a su vez potenciar los efectos antibacterianos (13), de esta manera a los vehículos se los puede dividir entonces en: acuosos, viscosos y oleosos.



- **Vehículos acuosos**

La baja solubilidad en agua del hidróxido de calcio y el alto pH que se consigue al mezclarlo en soluciones acuosas son los responsables de los efectos antimicrobianos. Los vehículos acuosos comúnmente utilizados son: solución salina, suero fisiológico y anestésicos (23). Las soluciones acuosas en general promueven una liberación rápida de iones y deben utilizarse en situaciones clínicas que impliquen exudado intenso (22).

- **Vehículos viscosos**

Entre ellos están: glicerina, polietilenglicol, propilenglicol son sustancias solubles en agua que liberan los iones calcio e hidroxilo más lentamente durante períodos prolongados (22).

Se ha reportado que el propilenglicol tiene una acción antibacteriana contra microorganismos que se encuentran con mayor frecuencia en los conductos radiculares infectados y al mezclarlo con el hidróxido de calcio le imparte excelentes cualidades de manipulación por ello sugirió su aplicación más amplia en endodoncia (19).

- **Vehículos oleosos**

Las pastas que contienen vehículos aceitosos como: aceite de oliva, aceite de silicona, paramonoclorofenol alcanforado, metacresilacetato, eugenol han sido usadas en situaciones clínicas que requieren una disociación iónica muy lenta, es decir, un relleno permanente de la raíz para defectos de perforaciones o reabsorciones (22). También se ha determinado que los vehículos aceitosos



aumentan los efectos antimicrobianos del hidróxido de calcio contra *E. faecalis* y otras bacterias (24).

3.2.3 Remoción del hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio que permanece en las paredes de dentina puede afectar la penetración de cementos selladores en los túbulos dentinarios y aumentar la filtración apical por lo tanto, se recomienda la remoción completa del mismo antes de la obturación final (25) (26). Desafortunadamente después de la liberación de iones hidroxilo, esta pasta se endurece y forma una barrera física que es difícil de eliminar (27).

Se han usado diferentes soluciones de irrigación, tales como solución salina, suero fisiológico, agua, NaOCl, EDTA y ácido cítrico, solos o en combinación para eliminar el hidróxido de calcio, y está bien establecido que el NaOCl y la solución salina no elimina por completo dicha medicación. Sin embargo las soluciones ácidas, como EDTA y ácido cítrico, son significativamente más eficaces que el NaOCl o el agua por lo que se utilizan con mayor frecuencia para este efecto (26).

3.2.4 Métodos químicos para la remoción

- **EDTA**

Nygard Ostby en 1957 introdujo agentes quelantes en endodoncia para la preparación de los conductos radiculares estrechos y calcificados. La quelación es un proceso físico-químico que induce la absorción de iones positivos multivalentes, reacciona con los iones calcio en los cristales de hidroxiapatita y provoca cambios en la microestructura de la dentina (28). El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue el primer quelante utilizado en odontología, su uso es una práctica común en el tratamiento de endodoncia para eliminar el componente inorgánico que queda en el sistema de conductos



radiculares durante el tratamiento (29) y complementa la limpieza de los conductos radiculares, es un ácido aminopolicarboxílico y un sólido incoloro, soluble en agua cuya fórmula es $[CH_2N(CH_2CO_2H)_2]_2$ (30). Se utiliza principalmente como irrigante final en una concentración que varía de 15% a 17% como una solución de sal disódica (31). Su reacción con iones de calcio en la dentina da lugar a la quelación del calcio dependiendo del tiempo y del pH, promoviendo la descalcificación de la dentina a profundidades aproximadas de 20 - 30 μm dentro de un período de 5 minutos (11). Esta propiedad ha hecho del EDTA una opción química para la eliminación de la medicación intraconducto con hidróxido de calcio como lo demuestran varios estudios (6) (9) (15) (32) que han puesto a prueba su capacidad de remoción con resultados variables.

- **CHITOSAN**

Es un polisacárido natural elaborado por la desacetilación de la quitina cuya fórmula es $[C_6H_{11}NO_4]_n$, se encuentra en el exoesqueleto de crustáceos como: cangrejos, camarones y conchas (33), está dotado de propiedades de biocompatibilidad, biodegradabilidad, atoxicidad y alta capacidad de quelación (11).

Esta sustancia se la utiliza principalmente en las áreas de la medicina y la industria farmacéutica (antibacteriano, agente antitumoral, acelerador de la curación de heridas), biotecnología (enzima, portador de células, resina de cromatografía), medio ambiente (tratamiento de aguas), agricultura (preparación de semillas), cosméticos y alimentos (acelerador de absorción de hierro y calcio, fuente de fibra) (11) (12).

En odontología, se ha demostrado su efecto antifúngico contra la *Candida Albicans* y su adición a la pasta de hidróxido de calcio como un medicamento intraconducto promueve la liberación prolongada de iones de calcio (11), también se ha utilizado como una membrana de barrera para la terapia periodontal (12), se le atribuyen efectos antimicrobianos contra un amplio



espectro de bacterias gram-positivas y gram-negativas, por ello se ha sugerido como irrigante final durante el tratamiento del conducto radicular con el doble beneficio de eliminar la capa de barrillo dentinario e inhibir la recolonización bacteriana en la dentina (34). Además, tiene una alta capacidad de quelación para diferentes iones metálicos en condiciones ácidas. En un estudio (11) el Chitosan al 0,2% eliminó efectivamente la capa residual de barrillo de los conductos radiculares después de la instrumentación. Su abundancia en la naturaleza y bajos costos de producción han hecho que sea una opción ecológica como alternativa al EDTA (9).



4. OBJETIVOS

4.2 Objetivo general

Comparar la eficacia del Chitosan al 0,2% y el EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado en diferentes vehículos, en surcos simulados de dientes bovinos.

4.3 Objetivos específicos

- Evaluar la remoción y la eficacia del Chitosan al 0,2% en la remoción del hidróxido de calcio preparado con vehículo oleoso.
- Evaluar la remoción y la eficacia del Chitosan al 0,2% en la remoción del hidróxido de calcio preparado con vehículo viscoso.
- Evaluar la remoción y la eficacia del EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado con vehículo oleoso.
- Evaluar la remoción y la eficacia del EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado con vehículo viscoso.



5. HIPÓTESIS

H1: La eficacia del Chitosan al 0,2% y del EDTA al 17% en la remoción del hidróxido de calcio es estadísticamente diferente.



6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.2 Tipo de estudio

Estudio comparativo in vitro transversal.

6.3 Universo y muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la fórmula de muestreo para comparación de proporciones (35):

$$n = \frac{[Z_{\alpha} * \sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta} * \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Donde:

- n = número de especímenes por grupo
- Z_{α} = constante de confiabilidad 1,96
- Z_{β} = potencia del estudio de 1,645
- p_1 = valor de la proporción en el grupo de referencia, placebo, control o tratamiento habitual es de 0,5
- p_2 = valor de la proporción en el grupo del nuevo tratamiento, o técnica es de 0,9 (12).
- p = Media de las dos proporciones p_1 y p_2 es de 0,7.

Dando un total de $n = 31$ que corresponde al número de dientes por grupo, a esto se le suma 4 especímenes para los grupos control positivo y negativo con un total de 128 de unidades de estudio.



6.4 Variables

Remoción de hidróxido de calcio

Eficacia de remoción de hidróxido de calcio (Tabla 1).

6.5 Procedimiento

El diseño experimental se basa en el modelo descrito por Lee y cols, que se ha aplicado en diversas investigaciones en relación a la remoción de hidróxido de calcio (9).

- *Selección de la muestra*

Se utilizaron 128 incisivos de bovino que luego de su extracción se sumergieron en 0,5% de NaOCl durante 24 horas para eliminar los residuos orgánicos y obtener la desinfección de la superficie (Figura 1), luego se almacenaron en agua destilada hasta su uso para evitar la deshidratación (36).

Todos los dientes fueron examinados bajo el microscopio operativo dental (Labomed LTS Prima DNT), los dientes con fracturas, laceraciones, formación incompleta de la raíz o reabsorción fueron excluidos (37).

- *Preparación de la muestra*

Las coronas de los dientes se seccionaron con un disco de diamante de doble lado montado en una pieza recta de mano de baja velocidad (NSK) para



obtener especímenes de 16 mm de longitud, medidos desde el ápice (Figura 2) (37).

La longitud de trabajo se estableció mediante la reducción de 1 mm de la longitud real del conducto, que se determinó mediante la inserción de una lima K #15 en el conducto hasta que la punta de la lima sea visible en apical (38).

Las raíces se instrumentaron a la longitud de trabajo con limas Flexofiles (Dentsply Maillefer) con una técnica de fuerzas balanceadas hasta una lima de diámetro 60, las raíces de mayor calibre se excluyeron. Se irrigó con 2 ml de solución de NaOCl al 5% usando una aguja de 30 G entre lima y lima (38).

- *División de las raíces*

Usando un disco de diamante de doble lado montado en una pieza recta de mano de baja velocidad (NSK) se creó un surco extendido en toda la longitud de la raíz tanto en mesial como en distal, pero sin llegar a la luz del conducto, posterior a esto se dividió la raíz con la ayuda de un cincel (Figura 2), los especímenes que no se pudieron ser reensamblar correctamente se descartaron (37).

Todos los dientes se numeraron utilizando un esfero de tinta azul tanto por vestibular como lingual y para proteger la tinta se colocó una capa de esmalte transparente (Figura 3).

- *Creación del surco*

En el segmento vestibular de los especímenes, una marca de grafito se registró a 2 mm del ápice indicando el extremo apical del surco luego se realizó una segunda marca a 4 mm de la primera marca que indicó el extremo coronal del surco, esto se realizó con un calibrador manual, los especímenes se sujetaron a una prensa de mesa para inmovilizarlos y con la ayuda de un disco de



diamante de doble lado de 0,8 cm de diámetro y 0,2 mm de ancho colocado a en una pieza de mano recta (NSK) se profundizó en dichas marcas hasta que desaparecían para la creación de un surco de 4,0 mm de longitud, 0,2 mm de ancho y 0,5 mm de profundidad (37).

- *Colocación de la medicación*

Se limpió cuidadosamente las mitades de las raíces usando un cepillo de dientes, los especímenes se dividieron de forma aleatoria generada por www.randomizer.org. (37) en dos grupos experimentales de 62 unidades de estudio cada uno. Adicional a esto un grupo control positivo de 2 dientes y un grupo control negativo de 2 dientes.

Se seleccionaron dos pastas de hidróxido de calcio en diferentes vehículos:

- Hidróxido de calcio con vehículo oleoso: Metapex (Meta Biomed Corp. Ltd., Elmburst, NY) aceite de silicona y yodoformo (presentación en jeringa)
- Hidróxido de calcio con vehículo viscoso: CH/polyethylene glycol (Calen; SS White Artigos Dentarios Ltd, Rio de Janeiro, Brazil) (presentación en cartucho)

En los grupos experimentales y en el grupo control positivo los surcos longitudinales se llenaron con las pastas de hidróxido de calcio desde la misma jeringa (Figura 4) (38), con una punta de ultrasonido se activó por 10 segundos la medicación para homogenizar (39) y se retiraron los excesos con un aplicador superfino (37).

- *Incubación*

Las mitades de la raíces se volvieron a unir y se fijaron usando una ligadura de ortodoncia de 0,20 mm (morelli), y el ápice se selló con cera, las cavidades de acceso se sellaron temporalmente con una bolita de algodón y Cavit, los



grupos experimentales de acuerdo al tipo de pasta de hidróxido de calcio se almacenaron en cajas Petri por separado a 37°C y 100% de humedad relativa durante 7 días (37).

- *Preparación del Chitosan al 0,2%*

Para la preparación de la solución de Chitosan al 0,2%, se diluyó 0,2 g de Chitosan con 100 ml de ácido acético al 1% y se mezcló durante 2 horas usando un agitador magnético. El pH de la solución se midió usando un medidor de pH digital y se ajustó a 3,2 (Figura 5) (12).

- *Irrigación*

Después de 7 días cada grupo experimental se subdividió aleatoriamente en dos utilizando www.randomizer.org de acuerdo al irrigante utilizado para la remoción del hidróxido de calcio: Chitosan al 0,2% y EDTA al 17% (Figura 6).

Se retiró el Cavit y la bolita de algodón con la ayuda de una pieza de mano de alta velocidad (NSK) y para la irrigación se utilizaron una aguja de extremo abierto de 30-G de 21 mm, a 2 mm de la longitud de trabajo con movimientos de arriba hacia abajo.

Al final se obtuvo 6 grupos:

- Grupo 1: Metapex con 1 ml de EDTA al 17%; dejándolo actuar por 1 minuto, a continuación, se succionó y removió, repitiendo el procedimiento dos veces más, dando un total de 3 ml EDTA en un tiempo de 3 minutos, finalmente un enjuague con 3 ml de agua destilada.
- Grupo 2: Calen con 1 ml de EDTA al 17%; dejándolo actuar por 1 minuto, a continuación, se succionó y removió, repitiendo el procedimiento dos veces más, dando un total de 3 ml EDTA en un



tiempo de 3 minutos, finalmente un enjuague con 3 ml de agua destilada.

- Grupo 3: Metapex con 1 ml de Chitosan al 0,2%; dejándolo actuar por 1 minuto, a continuación, se succionó y removi6, repitiendo el procedimiento dos veces m6s, dando un total de 3 ml Chitosan al 0,2% en un tiempo de 3 minutos, finalmente un enjuague con 3 ml de agua destilada.
- Grupo 4: Calen con 1 ml de Chitosan al 0,2%; dejándolo actuar por 1 minuto, a continuaci6n se succion6 y removi6, repitiendo el procedimiento dos veces m6s, dando un total de 3 ml Chitosan al 0,2% en un tiempo de 3 minutos, finalmente un enjuague con 3 ml de agua destilada (27).
- Grupo 5 control positivo: hidr6xido de calcio sin irrigaci6n.
- Grupo 6 control negativo: sin hidr6xido de calcio y sin irrigaci6n.

Despu6s de la irrigaci6n los conductos se secaron con puntas de papel de tama6o 60 (9).

6.6 T6cnica de observaci6n

Las mitades de las ra6ces se separaron y los surcos se observaron bajo el estereomicroscopio (Boeco Germany) a 40 X. Las fotograf6as fueron tomadas usando una c6mara digital, colocando las muestras en una misma posici6n, luego las im6genes se descargaron a un computador port6til marca hp con formato (jpg) usando un cable USB (38), esto se llev6 a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.

La observaci6n del remanente de hidr6xido de calcio de los surcos longitudinales fueron evaluadas utilizando un sistema de puntuaci6n descrito por van der Sluis con la siguiente puntuaci6n: 0 = toda la ranura o surco se encuentra vac6o; 1 = menos de la mitad del surco con hidr6xido de calcio; 2 = la mitad o m6s del surco con hidr6xido de calcio; y 3 = el surco lleno de hidr6xido de calcio (9).



Se crearon cuatro modelos de referencia de acuerdo a cada nivel de la escala descrita anteriormente, cuando se trata de la puntuación 0; 1; 2 o 3 (Figuras 7, 8, 9 y 10). Para la calibración intraobservador se utilizó 30 imágenes del estudio obtenidas al azar hasta obtener un nivel de concordancia aceptable por dos ocasiones y en días sucesivos, después de la calibración completa, se pudo mostrar un acuerdo intraobservador con un índice Kappa de 0,826 equivalente a muy buena.

Los observadores que participaron en el estudio son dos estudiantes del posgrado de Endodoncia de la Universidad de Cuenca, que están familiarizados con la escala de van der Sluis, puesto que realizan sus respectivos trabajos de titulación basados en dicha escala, se utilizaron los mismos modelos de referencia para la calibración interobservador y 30 imágenes del estudio obtenidas al a azar hasta obtener un nivel de concordancia aceptable, al final se obtuvo una reproducibilidad interobservador con un índice Kappa de 0,874 que equivale a muy buena.

Después de las 24 horas de la calibración los observadores cegados recibieron un archivo digital con una secuencia de imágenes asignadas al azar utilizado el sistema www.randomizer.org, cada observador obtuvo 62 imágenes digitales y anotaron los resultados en un formulario de acuerdo a lo observado.

6.7 Análisis de datos

Se creó una base de datos donde la primera columna se denominó GRU que significa grupo pudiendo tener los valores: 0= control negativo o vacío; 1= control positivo; 2= Hidróxido de calcio oleoso/Chitosan; 3= Hidróxido de calcio viscoso/Chitosan; 4= Hidróxido de calcio oleoso/EDTA; 5= Hidróxido de calcio viscoso/EDTA.

La segunda columna se denominó REM que significa remoción y se asignó valores de: 0 = vacío; 1= menos de la mitad del surco lleno con hidróxido de



calcio; 2= la mitad o más del surco lleno de hidróxido de calcio; 3= surco lleno completamente con hidróxido de calcio.

Por último, una tercera columna que se denominó EFI que significa eficacia y se asignó valores de: 1= eficaz (le corresponde el valor de 0 y 1 de la columna REM); y 0= no eficaz (le corresponde los valores 2 y 3 de la columna REM).

Con los datos obtenidos se realizó un análisis descriptivo univariado, con frecuencias y porcentajes de la variable eficacia y remoción. Para el análisis bivariado se utilizó la prueba de Chi cuadrado tanto para la variable eficacia como para la variable remoción. El análisis de los datos obtenidos se realizó por medio del paquete estadístico “SPSS vs.21”.

7. RESULTADOS

La distribución de la muestra se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la muestra

Grupo	n	%
Control positivo	2	1,6
Control negativo	2	1,6
Metapex + Chitosan	31	24,2
Metapex + EDTA	31	24,2
Calen + Chitosan	31	24,2
Calen + EDTA	31	24,2
Total	128	100

Fuente: Formulario de distribución. Cuenca, 28/06/2017

En la tabla 2 se muestra que la diferencia en términos de remoción de hidróxido de calcio entre los grupos experimentales fue estadísticamente significativa.

Tabla 2. Número y porcentaje de remoción de hidróxido de calcio de los grupos experimentales

GRUPOS	REMOCIÓN							
	0		1		2		3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
METAPEX + CHITOSAN	1	3,2	6	19,4	18	58,1	6	19,4
METAPEX + EDTA	0	0	11	35,5	20	64,5	0	0
CALEN + CHITOSAN	0	0	7	22,6	14	45,2	10	32,3
CALEN + EDTA	0	0	3	9,7	12	38,7	16	51,6
TOTAL	1	0,8	27	21,8	64	51,6	32	25,8

Prueba Chi cuadrado ($p < 0,001$)

0: Vacío; 1: Menos de la mitad del surco lleno; 2: La mitad o más del surco lleno; 3: Surco lleno de hidróxido de calcio.

Fuente: Formulario de todos los grupos. Cuenca, 28/06/2017



Sin embargo, en términos de eficacia de remoción de hidróxido de calcio no hay diferencia estadística, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Número y porcentaje de eficacia de remoción de hidróxido de calcio de los grupos experimentales

GRUPOS	NO EFICAZ		EFICAZ	
	n	%	n	%
METAPEX + CHITOSAN	24	77,4	7	22,6
CALEN + CHITOSAN	20	64,5	11	35,5
METAPEX + EDTA	24	77,4	7	22,6
CALEN + EDTA	28	90,3	3	9,7
TOTAL	96	77,4	28	22,6

Prueba Chi cuadrado ($p=0,116$)

Fuente: Formulario de todos los grupos. Cuenca, 28/06/2017

Además, se pudo determinar que existe diferencia significativa cuando se utilizó el Chitosan al 0,2% para remover el hidróxido de calcio asociado con propilenglicol (Calen). En términos de **remoción**, ningún espécimen de este grupo mostró una puntuación de 3, por ello la prueba de Chi cuadrado nos muestra un valor de ($p<0,0001$). Tabla 4.

Tabla 4. Remoción de hidróxido de calcio (Calen) con Chitosan y EDTA

GRUPOS	REMOCIÓN					
	1		2		3	
	n	%	n	%	n	%
CALEN + CHITOSAN	11	35,5	20	64,5	0	0
CALEN + EDTA	3	9,7	12	38,7	16	51,6
TOTAL	14	22,6	32	51,6	16	25,8

Prueba Chi cuadrado ($p<0,0001$)

1: Menos de la mitad del surco lleno; 2: La mitad o más del surco lleno; 3: Surco lleno de hidróxido de calcio.

Fuente: Formulario Calen. Cuenca, 28/06/2017



En términos de **eficacia**, el Chitosan al 0,2% resultó ser eficaz en un 35,5% de los casos comparándolo con EDTA al 17% el cual fue solamente un 9,7% y mediante la prueba Chi cuadrado se obtuvo un valor de ($p=0,015$). Tabla 5.

Tabla 5. Eficacia de remoción de hidróxido de calcio (Calen) con Chitosan y EDTA

GRUPOS	NO EFICAZ		EFICAZ	
	n	%	n	%
CALEN + CHITOSAN	20	64,5	11	35,5
CALEN + EDTA	28	90,3	3	9,7
TOTAL	48	77,4	14	22,6

Prueba Chi cuadrado ($p=0,015$)

Fuente: Formulario Calen. Cuenca, 28/06/2017

Se demostró también que no existe diferencia significativa entre los dos quelantes cuando se los empleó para la remoción de hidróxido de calcio preparado con aceite de silicona (Metapex) en términos de **remoción** y **eficacia** ($p=0,462$) y ($p=1$) respectivamente. Tabla 6 y 7.

Tabla 6. Remoción de hidróxido de calcio (Metapex) con Chitosan y EDTA

GRUPOS	REMOCIÓN							
	0		1		2		3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
METAPEX + CHITOSAN	1	3,2	6	19,4	18	58,1	6	19,4
METAPEX + EDTA	0	0	7	22,6	14	45,2	10	32,3
TOTAL	1	1,6	13	21	32	51,6	16	25,8

Prueba Chi cuadrado ($p=0,462$)

Fuente: Formulario Metapex. Cuenca, 28/06/2017



Tabla 7. Eficacia de remoción de hidróxido de calcio (Metapex) con Chitosan y EDTA

GRUPOS	NO EFICAZ		EFICAZ	
	n	%	n	%
METAPEX + CHITOSAN	24	77,4	7	22,6
METAPEX + EDTA	24	77,4	7	22,6
TOTAL	48	77,4	14	22,6

Prueba Chi cuadrado (p=1,000)

Fuente: Formulario Metapex. Cuenca, 28/06/2017



8. DISCUSIÓN

El presente estudio compara la eficacia del Chitosan al 0,2% y el EDTA al 17% en la remoción de hidróxido de calcio preparado con vehículo viscoso y oleoso,

Se utilizaron dos términos para la evaluación del remanente de hidróxido de calcio, el primero **Remoción** que corresponde a la escala descrita por van der Sluis (9), y un segundo término **Eficacia** que corresponde a los valores: 0 = surco vacío y 1 = menos de la mitad del surco lleno de hidróxido de calcio, esta evaluación se consideró puesto que ningún irrigante eliminó completamente la medicación del surco.

En este estudio se pudo determinar que existe diferencia significativa cuando se utilizó el Chitosan al 0,2% para remover el hidróxido de calcio asociado con propilenglicol (Calen). En términos de **remoción**, ningún espécimen de este grupo mostró una puntuación de 3, por ello la prueba de Chi cuadrado nos da un valor de ($p < 0,0001$); y si se analiza en términos de **eficacia**, resultó ser eficaz en un 35,5% de los casos comparándolo con EDTA al 17% el cual fue solamente un 9,7% y mediante la prueba Chi cuadrado se obtuvo un valor de ($p = 0,015$). Estos resultados son similares a los obtenidos por Kuştarıcı y cols (2016) quienes demostraron que la eliminación de hidróxido de calcio utilizando solo aguja de irrigación la remoción era efectiva en un 40% cuando utilizaron EDTA al 17 % y en un 37% cuando utilizaron QMix 2 en 1 (40). Sin embargo, en otro estudio realizado por Ballal y cols. (2011) demostraron que el hidróxido de calcio preparado con propilenglicol, se remueve en un 85% cuando utilizaron ácido maleico al 7%, en un 78% cuando utilizaron EDTA al 17% y en un 91 % cuando irrigaron con ácido cítrico al 10%, probablemente debido a que utilizaron agitación ultrasónica o un método diferente de evaluación del remanente de hidróxido de calcio, en este caso fue con tomografía computarizada espiral (32).



En esta investigación también se demostró que no existe diferencia significativa entre los dos quelantes en cuanto a la remoción de hidróxido de calcio preparado con aceite de silicona (Metapex) en términos de **remoción** y **eficacia** ($p=0,462$) y ($p=1$) respectivamente, mostrando una eficacia del 22,6% los dos irrigantes. Esto puede deberse a que el Metapex utilizado en este estudio tiene como vehículo el aceite de silicona que es más resistente a la disolución (6), lo cual probablemente lo hace más difícil de eliminar independientemente del quelante utilizado como irrigante, sin embargo en una investigación realizada por Vineeta y cols. (2014) en la cual incluye Chitosan al 0,2% y EDTA al 17% para eliminar hidróxido de calcio preparado a base de agua y a base de aceite de silicona, se determinó que el Chitosan al 0,2% fue mejor en un 82% para eliminar el hidróxido de calcio preparado con aceite de silicona que el EDTA al 17%, estos resultados pueden deberse a que en este estudio también se incluyó agitación ultrasónica pasiva que pudo ayudar en la remoción de la medicación (12).

Con los resultados obtenidos del presente estudio se puede determinar que el vehículo utilizado para la preparación del hidróxido de calcio es de importancia al momento de retirarlo del conducto radicular, en el caso del hidróxido de calcio mezclado con aceite de silicona resulta en la medicación más difícil e inestable de remover, ya que el Chitosan en ciertos casos lo remueve por completo, pero en otros no. Sin embargo, Faria y cols. (2012) manifiestan que no hay diferencia estadística después de la eliminación de hidróxido de calcio asociado con aceite de silicona, gluconato de clorhexidina y propilenglicol, encontrando restos de medicamento en todas las raíces, independientemente del vehículo utilizado (41).

En cuanto al diseño experimental se basa en el modelo descrito por Lee y cols, que se ha aplicado en diversas investigaciones en relación con la remoción de hidróxido de calcio (9) a diferencia de otros estudios (12) (15) (32) que utilizan tomografía computarizada como método de evaluación, la ventaja del modelo de surco es el tamaño estandarizado y la ubicación del mismo, además el surco puede ser considerado como similar a las irregularidades típicas de un conducto radicular en donde la medicación resultaría más difícil de eliminar, aunque evidentemente la complejidad de la anatomía del sistema de conductos



radiculares no puede ser completamente replicada por este modelo (42); además este modelo permite una evaluación con un alto grado de reproducibilidad (9).

Otro factor a considerar es el relacionado con el volumen de irrigación, en este caso se utilizó 3 ml de cada quelante, ya que en investigaciones anteriores se ha podido determinar que la acción del EDTA dentro de los conductos radiculares es autolimitante y que su efecto está en función del tiempo de contacto y no con el volumen (43), esto se contrapone a un estudio realizado por Rödíg (2010) en el cual se usa mayor cantidad de irrigante 20 ml pudiendo el volumen de irrigación tener un efecto de remoción físico que contribuya a una mayor limpieza afectando el resultado final (9).



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que la acción quelante tanto del EDTA al 17% como del Chitosan al 0,2% no es suficiente para eliminar por completo el hidróxido de calcio independientemente del tipo de vehículo utilizado.

Comparando los grupos experimentales se puede determinar que el Chitosan al 0,2% se comporta como mejor irrigante para la remoción del hidróxido de calcio asociado con propilenglicol (Calen).

En el caso del hidróxido de calcio mezclado con aceite de silicona (Metapex) resulta en la medicación más difícil e inestable de remover, ya que el Chitosan en ciertos casos lo remueve por completo, pero en otros no, por lo tanto, se sugiere mayor investigación al respecto.

10. LIMITACIONES

El presente estudio se realizó con dientes bovinos tomando en consideración que muchos estudios han demostrado que hay poca o ninguna diferencia entre los dientes de la especie humana y bovina, tanto a nivel macro y microscópicos, son fácilmente disponibles y tienen una baja prevalencia de caries, además el uso de dientes humanos en estudios científicos tiene varias implicaciones éticas.



Al tratarse de un estudio que mide una variable cualitativa se observó la presencia o no de hidróxido de calcio después de la irrigación, sin embargo, la cantidad exacta de residuos no fue posible determinar y por ende tampoco la eficacia cuantitativa de los quelantes.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Manzur A, González AM, Pozos A, Silva-Herzog D, Friedman S. Bacterial quantification in teeth with apical periodontitis related to instrumentation and different intracanal medications: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2007;33(2):114-8.
2. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2011;44(8):697-730.
3. Jorge KM, de Carvalho RF, Vieira VLB, Gabardo MCL, Gonçalves LM, Deonizio MDA. Calcium Hydroxide Dressing Influences the Obturation of Simulated Lateral Canals. *J Contemp Dent Pract.* 2015;16(6):468-73.
4. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int Endod J.* 1997;30(6):418-21.
5. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J.* 2002;35(7):623-8.
6. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod.* 1999;25(2):85-8.
7. Lins PD, Nogueira BCL, Fagundes NCF, Silva FRB, Lima RR. Analysis of the effectiveness of calcium hydroxide removal with variation of technique and solvent vehicles. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res.* 2015;26(3):304-8.



8. Barbizam JVB, Trope M, Teixeira ÉCN, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J.* 2008;19(3):224-7.
9. Rödíg T, Vogel S, Zapf A, Hülsmann M. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* 2010;43(6):519-27.
10. Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod.* 2006;32(6):563-5.
11. Silva PV, Guedes DFC, Nakadi FV, Pécora JD, Cruz-Filho AM. Chitosan: a new solution for removal of smear layer after root canal instrumentation. *Int Endod J.* 2013;46(4):332-8.
12. Vineeta N, Gupta S, Chandra A. Retrieval of calcium hydroxide intracanal medicament with Chitosan from root canals: An in vitro CBCT volumetric analysis. *J Conserv Dent JCD.* 2014;17(5):454-7.
13. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 1999;32(5):361-9.
14. Siqueira JF, Guimarães-Pinto T, Rôças IN. Effects of Chemomechanical Preparation With 2.5% Sodium Hypochlorite and Intracanal Medication With Calcium Hydroxide on Cultivable Bacteria in Infected Root Canals. *J Endod.* 2007;33(7):800-5.
15. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod.* 2006;32(11):1097-101.
16. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(5):170-5.



17. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Dent Traumatol.* 1992;8(3):104-8.
18. Tronstad L. Root resorption — etiology, terminology and clinical manifestations. *Dent Traumatol.* 1988;4(6):241-52.
19. Walton RE, Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 1995;80(4):459-64.
20. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2007;40(1):2-10.
21. Mohammadi Z, Shalavi S, Yazdizadeh M. Antimicrobial Activity of Calcium Hydroxide in Endodontics: A Review. *Chonnam Med J.* 2012;48(3):133-40.
22. Gomes BPF de A, Ferraz CCR, Vianna ME, Rosalen PL, Zaia AA, Teixeira FB, et al. In vitro antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes and their vehicles against selected microorganisms. *Braz Dent J.* 2002;13(3):155-61.
23. Safavi K, Nakayama TA. Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. *J Endod.* 2000;26(11):649-51.
24. Cwikla SJ, Bélanger M, Giguère S, Progulske-Fox A, Vertucci FJ. Dentinal tubule disinfection using three calcium hydroxide formulations. *J Endod.* 2005;31(1):50-2.
25. Üstün Y, Aslan T, Sagsen B, Dincer AN. The effects of different irrigation protocols on removing calcium hydroxide from the root canals. *Niger J Clin Pract.* 2016;19(4):465-70.
26. Arslan H, Gok T, Saygili G, Altintop H, Akçay M, Çapar ID. Evaluation of effectiveness of various irrigating solutions on removal of calcium hydroxide mixed with 2% chlorhexidine gel and detection of orange-brown precipitate after removal. *J Endod.* 2014;40(11):1820-3.



27. Abi-Rached GPC, Herrera DR, Zaia AA, Ferraz CCR, Almeida JFA, Gomes BPFA. Efficacy of ethylene-diamine-tetra-acetic acid associated with chlorhexidine on intracanal medication removal: A scanning electron microscopy study. *Microsc Res Tech*. 2014;77(9):735-9.
28. Kalluru RS, Kumar ND, Ahmed S, Sathish ES, Jayaprakash T, Garlapati R, et al. Comparative Evaluation of the Effect of EDTA, EDTAC, NaOCl and MTAD on Microhardness of Human Dentin – An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2014;8(4):ZC39-ZC41.
29. Beus C, Safavi K, Stratton J, Kaufman B. Comparison of the effect of two endodontic irrigation protocols on the elimination of bacteria from root canal system: a prospective, randomized clinical trial. *J Endod*. 2012;38(11):1479-83.
30. Basrani B. Endodontic irrigation: chemical disinfection of the root canal system [Internet]. 2015 [citado 14 de enero de 2017]. Disponible en: <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3567813>
31. Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99(3):383-7.
32. Ballal N, Kumar S, Laxmikanth H, Saraswathi M. Comparative evaluation of different chelators in removal of calcium hydroxide preparations from root canals. *Aust Dent J*. 2012;57(3):344-8.
33. Del Carpio-Perochena A, Kishen A, Shrestha A, Bramante CM. Antibacterial Properties Associated with Chitosan Nanoparticle Treatment on Root Dentin and 2 Types of Endodontic Sealers. *J Endod*. 2015;41(8):1353-8.
34. Del Carpio-Perochena A, Bramante CM, Duarte MAH, de Moura MR, Aouada FA, Kishen A. Chelating and antibacterial properties of chitosan nanoparticles on dentin. *Restor Dent Endod*. 2015;40(3):195-201.



35. Villavicencio E. El tamaño muestral en tesis de post grado. ¿cuantas personas debo encuestar? (PDF Download Available) [Internet]. [citado 8 de enero de 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283352423_EL_TAMANO_MUESTRAL_EN_TESIS_DE_POST_GRADO_CUANTAS_PERSONAS_DEBO_ENCUESTAR
36. Lenet BJ, Komorowski R, Wu XY, Huang J, Grad H, Lawrence HP, et al. Antimicrobial substantivity of bovine root dentin exposed to different chlorhexidine delivery vehicles. J Endod. 2000;26(11):652-5.
37. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA, et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. J Endod. 2014;40(12):2009-14.
38. Lee S-J, Wu M-K, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. Int Endod J. 2004;37(10):672-8.
39. Sisli SN, Ozbas H. Comparative Micro-computed Tomographic Evaluation of the Sealing Quality of ProRoot MTA and MTA Angelus Apical Plugs Placed with Various Techniques. J Endod. 2017;43(1):147-51.
40. Kuştarıcı A, Er K, Siso SH, Aydın H, Harorlı H, Arslan D, et al. Efficacy of Laser-Activated Irrigants in Calcium Hydroxide Removal from the Artificial Grooves in Root Canals: An Ex Vivo Study. Photomed Laser Surg. 2016;34(5):205-10.
41. De Faria-Júnior NB, Keine KC, Só MVR, Weckwerth PH, Guerreiro-Tanomaru JM, Kuga MC. Residues of calcium hydroxide-based intracanal medication associated with different vehicles: a scanning electron microscopy evaluation. Microsc Res Tech. 2012;75(7):898-902.



42. Pabel A-K, Hülsmann M. Comparison of different techniques for removal of calcium hydroxide from straight root canals: an in vitro study. *Odontology*. 2017;
43. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on Smear Layer and Debris Removal with Varying Volumes of 17% REDTA after Rotary Instrumentation. *J Endod*. 2005;31(7):536-8.
44. Yaylali IE, Kececi AD, Kaya BU. Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2015;41(10):1589-99.



12. ANEXOS

Tabla 8. Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADOR	TIPO ESTADÍSTICO	ESCALA
Remoción de hidróxido de calcio	Capacidad de remoción de hidróxido de calcio del tercio apical (44)	Cantidad de hidróxido de calcio removido de los surcos simulados	0: Vacío 1: Menos de la mitad del surco lleno 2: La mitad o más del surco lleno. 3: Surco lleno de hidróxido de calcio (9)	Cualitativo	Ordinal
Eficacia de remoción del hidróxido de calcio	Nivel de remoción de hidróxido de calcio	Hidróxido de calcio que ocupa menos de la mitad del surco	0: No eficaz 1: Eficaz	Cualitativo	Dicotómica

Figura 1. Recolección y almacenamiento de los especímenes



Figura 2. Decoronación y división de los especímenes

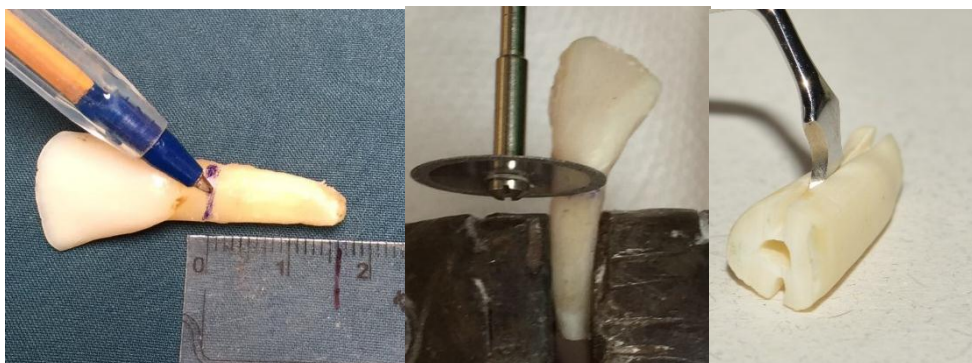


Figura 3. Especímenes divididos longitudinalmente y numerados



Figura 4. Colocación de la medicación y reensamblaje de los especímenes

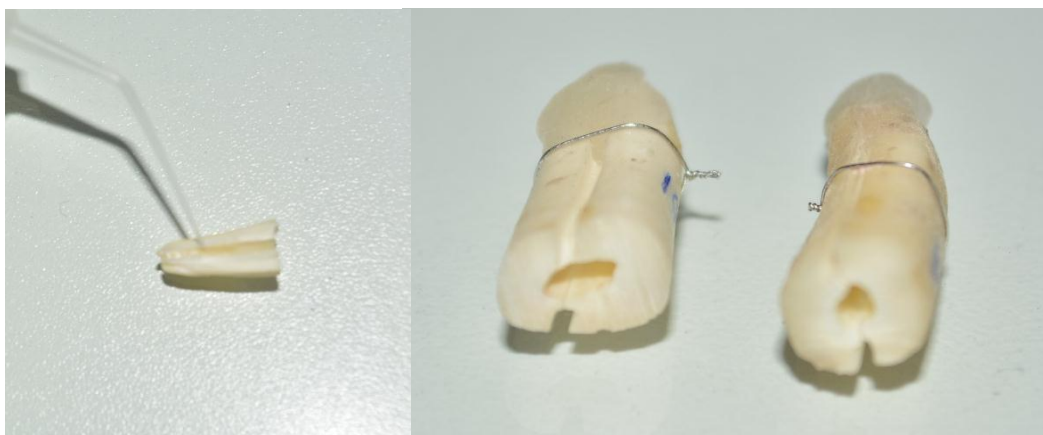


Figura 5. Preparación del Chitosan al 0,2%



Figura 6. Irrigación



Figura 7. 40 X de magnificación. Puntuación 0 = surco vacío

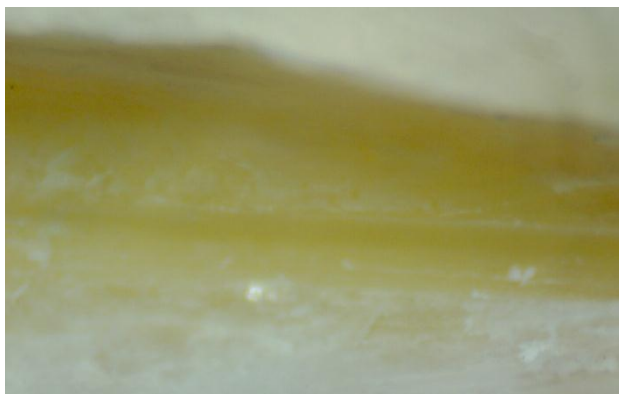


Figura 8. 40 X de magnificación. Puntuación 1 = menos de la mitad del surco lleno con hidróxido de calcio

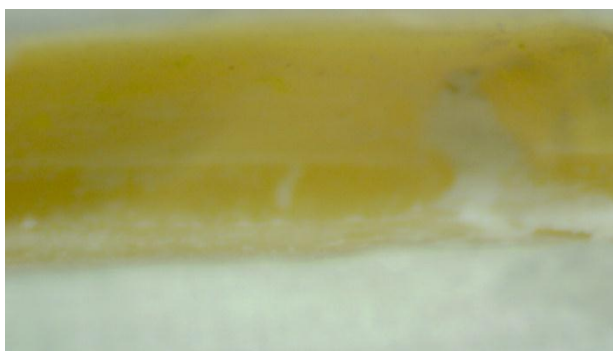


Figura 9. 40 X de magnificación. Puntuación 2 = más de la mitad del surco lleno con hidróxido de calcio

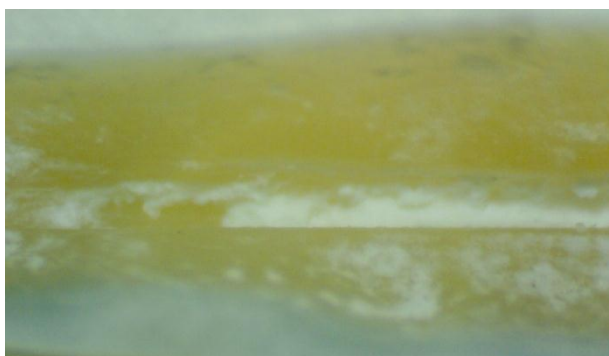




Figura 10. 40 X de magnificación. Puntuación 3 = surco lleno de hidróxido de calcio

